

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031439 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C 16/455

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003188

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2003 (24.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 45 537.6 30. September 2002 (30.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HECHT, Thomas [DE/DE]; Zittauer Str. 22, 01099 Dresden (DE).
LÜTZEN, Jörn [DE/DE]; Louis-Braille-Str. 3, 01099 Dresden (DE).

(74) Anwalt: KOTTMANN, Dieter; Müller, Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

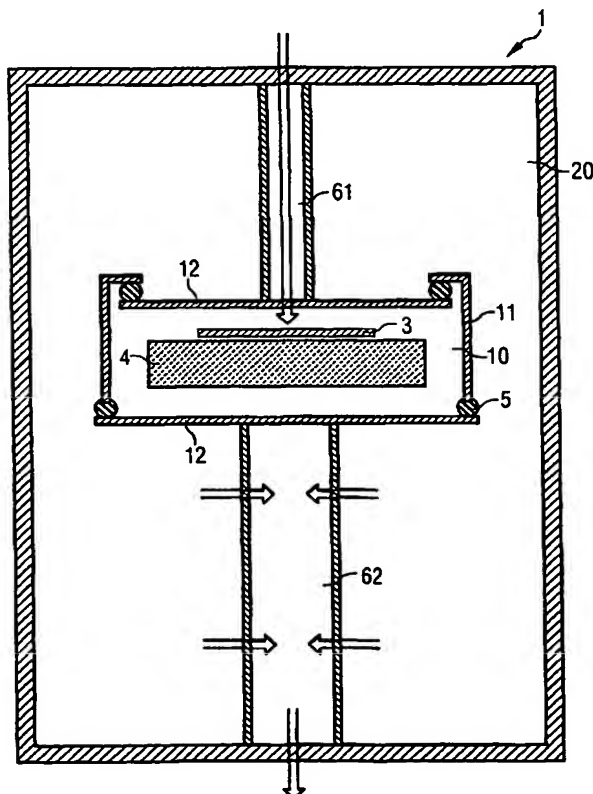
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND PROCESS REACTOR FOR SEQUENTIAL GAS PHASE DEPOSITION BY MEANS OF A PROCESS AND AN AUXILIARY CHAMBER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND PROZESSREAKTOR ZUR SEQUENTIELLEN GASPHASENABSCHEIDUNG MITTELS EINER PROZESS- UND EINER HILFSKAMMER



(57) Abstract: A sequential gas phase deposition (ALD, atomic layer deposition) of two or more precursors, introduced by means of process gases is controlled in a process chamber (10) of a process reactor (1), whereby the process chamber (10) is connected to an auxiliary chamber (20) for a precursor change and the precursor to be removed is thus diluted in the process chamber (10), such that a process duration in the sequential gas phase deposition, as determined by a precursor exchange, is shortened.

(57) Zusammenfassung: In einer Prozesskammer (10) eines Prozessreaktors (1) wird eine sequentielle Gasphasenabscheidung (ALD, atomic layer deposition) zweier oder mehr mittels Prozessgase zugeführter Präkursoren gesteuert, wobei die Prozesskammer (10) für einen Präkursorwechsel mit einer Hilfskammer (20) verbunden und so der zu entfernende Präkursor in der Prozesskammer (10) verdünnt wird, so dass eine durch einen Präkursorwechsels bestimmte Prozessdauer der sequentiellen Gasphasenabscheidung verkürzt wird.



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

-1-

Beschreibung

Verfahren und Prozessreaktor zur sequentiellen Gasphasenabscheidung mittels einer Prozess- und einer Hilfskammer

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abscheiden einer Schicht auf einem in einer Prozesskammer eines Prozessreaktors angeordneten Substrat mittels einer sequentiellen Gasphasenabscheidung, in deren Verlauf aufeinander folgend mindestens ein erstes und ein zweites Prozessgas jeweils abwechselnd in die Prozesskammer eingeleitet und aus der Prozesskammer entfernt werden.

15 In der Halbleiterprozesstechnologie erfolgt das Abscheiden von Schichten, für die eine hohe Konformität und eine große Homogenität gefordert werden, zunehmend mittels sequentieller Gasphasenabscheidung (ALD, atomic layer deposition).

Bei einem ALD-Prozess wird in einer ersten Prozessphase ein
20 erstes Vorstufenmaterial (Präkursor) in gasförmiger Phase einer Prozesskammer, in der sich ein Substrat befindet, zugeführt. Durch einen als Chemisorption bezeichneten Prozess lagert sich der Präkursor in aktivierten Abschnitten einer Substratoberfläche des Substrats ab. Dabei wird der erste Präkursor in der Regel chemisch modifiziert. Sind alle aktivierten Abschnitte der Substratoberfläche mit dem modifizierten Vorstufenmaterial bedeckt, so ist die erste Prozessphase der Abscheidung abgeschlossen und eine monomolekulare Teileinzellage aus einem modifizierten ersten Präkursor auf der Substratoberfläche abgeschieden. Danach werden nicht abgeschiedene Anteile des ersten Präkursors durch Spülen mit einem inerten Spülgas und/oder Abpumpen aus der Prozesskammer entfernt. In einer zweiten Phase wird ein zweiter Präkursor in die Prozesskammer eingebracht, der sich nahezu ausschließlich auf der Teileinzellage ablagert. Dabei werden die Präkursoren in das Schichtmaterial umgesetzt. Es bildet sich eine Einzellage (Monolayer) der zu erzeugenden Schicht. Nach einem Ent-

35

-2-

5 fernen nicht abgeschiedener Anteile des zweiten Präkursors aus der Prozesskammer ist ein einzelner Prozesszyklus des ALD-Prozesses abschlossen. Die Verfahrensschritte des Prozesszyklus werden solange wiederholt, bis aus den so abgeschiedenen Einzellagen eine Schicht vorher bestimmter Schichtdicke gebildet ist.

10 Dabei ist wesentlich, dass sich zu keinem Zeitpunkt des Prozesses mehr als ein Präkursor in der Prozesskammer befindet. Bei gleichzeitigem Vorhandensein beider Präkursoren reagieren die beiden Präkursoren bereits vor der Abscheidung miteinander. Es kommt zu CVD-Prozessen (chemical vapor deposition), die zur Nukleus- und Partikelbildung führen und der Konformität und der Homogenität der abgeschiedenen Schicht abträglich
15 sind.

Herkömmlicherweise erfolgt das Entfernen der Präkursoren im Zuge eines Prozesszyklus durch Evakuieren mittels einer Pumpvorrichtung, die die Prozesskammer weit gehend evakuiert. Ein
20 solches Verfahren ist aus der US 5,916,365 (Sherman) bekannt.

Nach einem weiteren üblichen Verfahren werden die Präkursoren jeweils mittels eines chemisch inerten Spülgases aus der Prozesskammer verdrängt.
25

Das Entfernen der Präkursoren (purge, im Folgenden Purgeschritt) beansprucht einen wesentlichen Anteil an der gesamten Dauer eines Prozesszyklus. Die Dauer eines Prozesszyklus ergibt sich aus der Abscheidedauer des Präkursors, typischerweise 200 bis 500 Millisekunden, und der Dauer der Purgeschritte, typischerweise etwa 3 Sekunden. Dabei lassen sich für ein Entfernen eines Präkursors mittels einer Vakuumpumpe kürzere Purgezeiten realisieren als mittels eines Spülvorgangs. Eine innerhalb eines Prozesszyklus von etwa 5 Sekunden
30 gebildete monomolekulare Einzellage weist eine Schichtdicke von etwa 1 Angström auf. Das Abscheiden einer Schicht von 20 Nanometer erfordert dann eine Prozessdauer von etwa 20 Minu-
35

ten. Die lange Prozessdauer bestimmt die Prozesskosten bzw. beschränkt den Durchsatz an Substraten an einem Prozessreaktor.

5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Abscheiden einer Schicht mittels sequentieller Gasphasenabscheidung zur Verfügung zu stellen, das gegenüber herkömmlichen Verfahren kürzere Prozesszykluszeiten und einen höheren Durchsatz an Substraten an einem Prozessreaktor ermöglicht. Es ist weiter Aufgabe der Erfindung, einen Prozessreaktor zur sequentiellen Gasphasenabscheidung zur Verfügung zu stellen, der im Vergleich zu herkömmlichen ALD-Reaktoren kürzere Prozesszykluszeiten für das Abscheiden einer Schicht ermöglicht.

15 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst. Ein die Aufgabe lösender Prozessreaktor weist die im kennzeichnenden Teil des Patenanspruchs 12 genannten Merkmale auf. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den jeweils untergeordneten Patentansprüchen.

25 Erfindungsgemäß erfolgt also das Entfernen eines Prozessgases aus einer Prozesskammer eines Prozessreaktors durch mindestens teilweisen Druckausgleich einer Druckdifferenz zwischen der Prozesskammer und einer Hilfskammer, in der zu Beginn des Druckausgleichs ein wesentlich niedrigerer Hilfsdruck herrscht. Durch den Druckausgleich wird das Prozessgas in der 30 Prozesskammer um mehrere Größenordnungen verdünnt.

Bevorzugt beträgt dabei der Hilfsdruck maximal ein Zehntel des Prozessdrucks. Die Hilfskammer weist bevorzugt ein Volumen auf, das mindestens dem Zehnfachen eines Volumens der 35 Prozesskammer entspricht. Für Prozesskammern für ALD-Prozesse werden generell kleine Kammervolumen angestrebt, um den diffusionsbestimmten Abscheidungsprozess zu beschleunigen. Typi-

5 scherweise weisen ALD-Prozesskammern eine gerade zur Aufnahme des Substrats ausreichende Querschnittsfläche und eine sehr geringe Höhe von wenigen Zentimetern auf. Daher lassen sich auch großvolumige Hilfskammern mit etwa dem 50-fachen oder 100-fachen des Kammervolumens der Prozesskammer in durchaus in praktikabler Weise realisieren.

10 Das zu prozessierende Substrat befindet sich also während der Abscheidung in einer Prozesskammer mit kleinem Volumen. In der Prozesskammer herrscht während der Abscheidung eines Präkursors ein Prozessdruck. In der Hilfskammer herrscht ein gegenüber dem Prozessdruck deutlich geringerer Hilfsdruck.

15 Nach der Abscheidung des Präkursors kann nun sehr rasch das Prozessgas aus der Prozesskammer entfernt werden, indem ein Druck- bzw. Konzentrationsausgleich zwischen der Prozesskammer und der Hilfskammer herbeigeführt wird.

20 Während des Einleitens der Prozessgase wird dabei nach einer ersten bevorzugten Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Druckdifferenz zwischen dem Hilfsdruck und dem Prozessdruck mittels einer differenziellen Pumpvorrichtung aufrecht erhalten. Der Druckausgleich wird dann mindestens teilweise durch Abschalten der differenziellen Pumpvorrichtung
25 herbeigeführt. Gegenüber herkömmlichen Verfahren, die Prozesskammer mittels Pumpen zu evakuieren, wird erfindungsgemäß das Entleeren der Prozesskammer durch den Druckgradienten zwischen der Prozesskammer und der Hilfskammer unterstützt.

30 Nach einer anderen bevorzugten Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Prozesskammer und die Hilfskammer während des Einleitens eines der Prozessgase bzw. während der Abscheidung mittels einer steuerbaren Trennvorrichtung voneinander hermetisch abgedichtet. Zum Druckausgleich wird die
35 Trennvorrichtung geöffnet. Die Trennvorrichtung lässt sich nun so ausführen, dass der Druckausgleich über eine große Querschnittsfläche stattfindet. Wird ein Öffnen und ein

Schließen der Trennvorrichtung hydraulisch unterstützt, so wird durch das Öffnen der Trennvorrichtung eine sehr schnelle Verdünnung des Prozessgases herbeigeführt.

- 5 Nach dem Verdünnen des Prozessgases in der Prozesskammer wird bei Verwendung einer differenziellen Pumpvorrichtung die differenzielle Pumpvorrichtung wieder in Betrieb gesetzt. Bei der Verwendung einer hermetischen Trennvorrichtung wird diese geschlossen und der Druck in der Hilfskammer wieder auf den
10 Hilfsdruck reduziert.

- Nach dem Inbetriebsetzen der differenziellen Pumpvorrichtung bzw. dem Schließen der Trennvorrichtung wird der Prozesskammer ein weiteres Prozessgas zugeführt. Das weitere Prozessgas
15 verdrängt sich noch in der Prozesskammer befindende Restanteile des ersten Prozessgases aus der Prozesskammer.

- In bevorzugter Weise wird jedoch ein Rückströmen des ersten Prozessgases in die Prozesskammer durch eine steuerbare Ventileinrichtung und/oder ein Einleiten des weiteren Prozessgases bereits während des Druckausgleichs vermieden. Beim weiteren Prozessgas handelt es sich bevorzugt um ein solches, das einen weiteren Präkursor enthält und unter Prozessbedingungen zugeführt wird, die eine unmittelbare Reaktion mit dem
20 im ersten Prozessgas enthaltenen Präkursor ausschließen.
25

- Nach einer weiteren bevorzugten Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als das weitere Prozessgas ein chemisch inertes Spülgas vorgesehen.
30

- Die für den Purgeschritt benötigte Zeit lässt sich vorteilhafterweise weiter reduzieren, wenn, wie nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, die Hilfskammer laufend, also sowohl während des
35 Druckausgleichs als auch während der Abscheidung in der Prozesskammer evakuiert wird.

Ein Evakuieren bzw. ein Entfernen von Restanteilen des ersten Prozessgases aus der Hilfskammer bei gleichzeitigem Einleiten eines weiteres Prozessgases in die Prozesskammer zur Fortführung der Abscheidung ermöglicht einen quasi parallelen Betrieb von Reaktionskammer und Hilfskammer, wie er herkömmlicher Weise nicht möglich ist. Der quasi parallele Betrieb von Prozesskammer und Hilfskammer reduziert den Zeitbedarf für einen Prozesszyklus eines Abscheidungsprozesses erheblich, da das Entfernen des ersten Prozessgases teilweise gleichzeitig mit der Abscheidung des Präkursors aus einem weiteren Prozessgas erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich mit einem erfindungsgemäßen Prozessreaktor zum Erzeugen einer Schicht auf einem in einer Prozesskammer des Prozessreaktors angeordneten Substrat mittels einer sequentiellen Gasphasenabscheidung, in deren Verlauf aufeinander folgend mindestens ein erstes und ein zweites Prozessgas jeweils abwechselnd in die Prozesskammer eingeleitet und aus der Prozesskammer entfernt werden, durchführen. Dabei weist der Prozessreaktor erfindungsgemäß eine bis zu einem gegenüber einer in der Prozesskammer während der Abscheidung herrschenden Prozessdruck wesentlich niedrigeren Hilfsdruck evakuierbare und abwechselnd mit der Prozesskammer zu verbindende oder von der Prozesskammer zu trennende Hilfskammer zur Verdünnung mindestens eines der Prozessgase auf.

Zwischen der Hilfskammer und der Prozesskammer ist eine steuerbare Trennvorrichtung angeordnet, die in einem geschlossenen Zustand die Prozesskammer gegen die Hilfskammer verschließt und in einem geöffneten Zustand die Prozesskammer mit der Hilfskammer verbindet.

Alternativ oder ergänzend zur Trennvorrichtung ist eine differenzielle Pumpvorrichtung vorgesehen, die eine zwischen einem Prozessdruck in der Prozesskammer und einem Hilfsdruck in der Hilfskammer herrschende Druckdifferenz erzeugt.

Ergänzend weist die Prozesskammer eine Ventileinrichtung auf. Die Ventileinrichtung verhindert ein Rückströmen eines Prozessgases aus der Hilfskammer in die Prozesskammer.

5

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert, wobei für einander entsprechende Bauteile und Komponenten gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Es zeigen:

10 Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Prozessreaktor nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

15 Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Prozessreaktor nach einem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer geschlossenen Trennvorrichtung und

20 Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch den erfindungsgemäßen Prozessreaktor nach dem zweiten Ausführungsbeispiel.

In der Fig. 1 ist ein Prozessreaktor 1 mit einer Prozesskammer 10 und einer Hilfskammer 20 dargestellt, wobei die Hilfskammer 20 die Prozesskammer 10 allseitig umgibt. Die Prozesskammer 10 weist eine Kammerwandung 12 auf, die gemeinsam mit einer Trennvorrichtung 11 im gezeigten, geschlossenen Zustand die Prozesskammer 10 gegen die Hilfskammer 20 hermetisch abdichtet. Im Inneren der Prozesskammer 10 ist ein Suszeptor 4
25 vorgesehen, auf dem ein Substrat 3 aufliegt. Zwischen der Kammerwandung 12 und den gegen die Kammerwandung 12 beweglichen Trennvorrichtungen 11 sind Dichtungen 5 angeordnet. Im geschlossenen Zustand der Trennvorrichtung 11 schließen die Dichtungen 5 die Prozesskammer 10 hermetisch gegen den die
30 Prozesskammer 10 anschließende Hilfskammer 20 ab.
35

Während der Abscheidung wird über Zuführungen 61 ein Prozessgas in die Prozesskammer 10 eingeleitet. Gleichzeitig wird die Hilfskammer 20 über eine Absaugvorrichtung 62 evakuiert. Nach einer Abscheidung eines ersten Präkursors aus einem ersten Prozessgas wird die Trennvorrichtung 11 mit hydraulischer Unterstützung geöffnet, etwa durch Aufklappen oder durch Verschieben in vertikaler oder horizontaler Richtung. Da in der Prozesskammer 10 ein deutlich höherer Prozessdruck herrscht als in der Hilfskammer 20, wird das Prozessgas aus der Prozesskammer 10 austreten und die Hilfskammer 20 füllen. Dieser Prozess wird durch gleichzeitiges Einleiten eines weiteren Prozessgases, etwa eines Spülgases, mittels der Zuführungen 61 unterstützt. Durch andauerndes Evakuieren der Hilfskammer 20 über Abführungen 62 wird zwischen der Prozesskammer 10 und der Hilfskammer 20 eine Druckdifferenz aufrecht erhalten, die das Austreiben des ersten Prozessgases aus der Prozesskammer 10 unterstützt. Nach einer Zeit, die kurz ist gegenüber herkömmlichen Purgeschritten, wird die Trennvorrichtung 11 mit hydraulischer Unterstützung wieder geschlossen. Parallel dazu wird die Hilfskammer 20 weiter evakuiert und Restanteile der Prozessgase entfernt. Dieser Vorgang hält an, während gleichzeitig in der Prozesskammer 10 eine Abscheidung mit dem folgenden Präkursor gesteuert wird.

Der Zeitaufwand für das Entfernen eines Prozessgases aus der Prozesskammer 10 ist gegenüber herkömmlichen Verfahren in üblichen ALD-Prozessreaktoren deutlich reduziert.

Der in der Fig. 2 schematisch dargestellte erfindungsgemäße Prozessreaktor unterscheidet sich von dem in der Fig. 1 dargestellten Prozessreaktor durch die Ausführung und Anordnung der Trennvorrichtung. Im in der Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Prozessreaktors sind eine Mehrzahl von Klappen 13 als Trennvorrichtung vorgesehen. Die Klappen 13 und den Klappen 13 zugeordnete Dichtungen 5 sind so außerhalb eines geheizten Bereichs der Prozesskammer 10 angeordnet. Der geheizte Bereich einer Prozesskam-

mer 10 ist dabei in der Regel der zu einer zu bearbeitenden Substratoberfläche orientierte Bereich der Prozesskammer 10.

5 In der Fig. 3 sind die Klappen 13 des zweiten Ausführungsbeispiels aus der Fig. 2 im geöffneten Zustand dargestellt.
Durch eine Vielzahl von nach unten geöffneten Klappen 13 wird in sehr kurzer Zeit ein großer Öffnungsquerschnitt zwischen der Prozesskammer 10 und der anschließenden Hilfskammer 20 erzielt. Durch die gegenüberliegende Anordnung der Klappen 13
10 zu Zuführungen 61 wird bei gleichzeitigem Einleiten eines Spülgases über die Zuführungen 61 ein Austreiben des Prozessgases aus der Prozesskammer 10 vorteilhaft unterstützt.

-10-

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|----|------------------|
| | 1 | Prozessreaktor |
| | 10 | Prozesskammer |
| 5 | 11 | Trennvorrichtung |
| | 12 | Kammerwandung |
| | 13 | Klappen |
| | 20 | Hilfskammer |
| | 3 | Substrat |
| 10 | 4 | Suszeptor |
| | 5 | Dichtung |
| | 61 | Zuführung |
| | 62 | Abführung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abscheiden einer Schicht auf einem in einer
5 Prozesskammer (10) eines Prozessreaktors (1) angeordneten
Substrat (3) mittels einer sequentiellen Gasphasenabschei-
dung, in deren Verlauf aufeinander folgend mindestens ein
erstes und ein zweites Prozessgas jeweils abwechselnd in die
Prozesskammer (10) eingeleitet und aus der Prozesskammer (10)
10 entfernt werden,
dadurch gekennzeichnet, dass
zum teilweisen Entfernen mindestens eines der Prozessgase das
Prozessgas durch einen mindestens teilweisen Druckausgleich
einer zwischen einem in der Prozesskammer (10) herrschenden
15 Prozessdruck und einem zum Beginn des Druckausgleichs wesent-
lich niedrigeren Hilfsdruck in einer Hilfskammer (20) des
Prozessreaktors (1) vorliegenden Druckdifferenz verdünnt
wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hilfsdruck zu Beginn des Druckausgleichs mit maximal ei-
nem Zehntel des Prozessdrucks vorgesehen wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hilfskammer (20) mit mindestens einem Zehnfachen eines
Volumens der Prozesskammer (10) vorgesehen wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Druckdifferenz zwischen dem Prozessdruck und dem Hilfs-
druck während des Einleitens eines der Prozessgase durch ei-
nen zwischen der Hilfskammer (20) und der Prozesskammer (10)
35 wirkenden Pumpvorgang aufrecht erhalten und der Druckaus-
gleich mindestens teilweise durch Beenden des Pumpvorgangs
herbeigeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Druckdifferenz zwischen dem Prozessdruck und dem Hilfs-
druck während eines Einleitens eines der Prozessgase mittels
einer in einem geschlossenen Zustand die Prozesskammer (10)
hermetisch gegen die Hilfskammer (20) abdichtenden Trennvor-
richtung (11) und Abpumpen der Hilfskammer (20) erzeugt und
der Druckausgleich mindestens teilweise durch Öffnen der
Trenneinrichtung (11) herbeigeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Druckdifferenz zwischen dem Prozessdruck und dem Hilfs-
druck jeweils nach dem Verdünnen eines ersten Prozessgases
durch einen Pumpvorgang einer zwischen dem Prozessdruck
in der Prozesskammer und dem Hilfsdruck in der Hilfskammer
herrschende Druckdifferenz erzeugende Pumpvorrichtung
und/oder Schließen der Trennvorrichtung (11) und Evakuieren
der Hilfskammer (20) aufgebaut wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Anschalten der Pumpvorrichtung und/oder dem Schlie-
ßen der Trennvorrichtung (11) ein weiteres Prozessgas in die
Prozesskammer (10) eingeleitet wird und in der Prozesskammer
(10) befindliche Restanteile des ersten Prozessgases aus der
Prozesskammer (10) verdrängt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Rückströmen des Prozessgases in die Prozesskammer (10)
durch Vorsehen einer Ventileinrichtung und/oder Einleiten ei-
nes weiteren Prozessgases in die Prozesskammer (10) vermieden
wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
als das weitere Prozessgas ein chemisch inertes Spülgas vor-
gesehen wird.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hilfskammer (20) während des Druckausgleichs evakuiert
wird.

10

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
während des Evakuierens der Hilfskammer (2) ein zweites, ei-
nen zur Abscheidung bestimmten Präkursor aufweisendes Pro-
zessgas in die Prozesskammer (10) eingeleitet wird.

15

12. Prozessreaktor mit

- einer zum Erzeugen einer Schicht auf einem Substrat (3)
mittels einer sequentiellen Gasphasenabscheidung, in deren
Verlauf aufeinanderfolgend mindestens ein erstes und ein
zweites Prozessgas jeweils abwechselnd in die Prozesskammer
(10) eingeleitet und aus der Prozesskammer (10) entfernt wer-
den, geeigneten Prozesskammer (10)

20

- einem im Inneren der Prozesskammer (10) angeordneten
Suszeptor (4), auf dem das Substrat (3) aufliegt und

25

- Zuführungen (61) zum Einleiten von Prozessgasen,

gekennzeichnet durch

eine bis zu einen gegenüber einen in der Prozesskammer (10)
während der Abscheidung herrschenden Prozessdruck wesentlich
niedrigeren Hilfsdruck evakuierbare und abwechselnd mit der
Prozesskammer (10) zu verbindende oder von der Prozesskammer
(10) zu trennende Hilfskammer (20) zur Verdünnung mindestens
eines der Prozessgase.

30

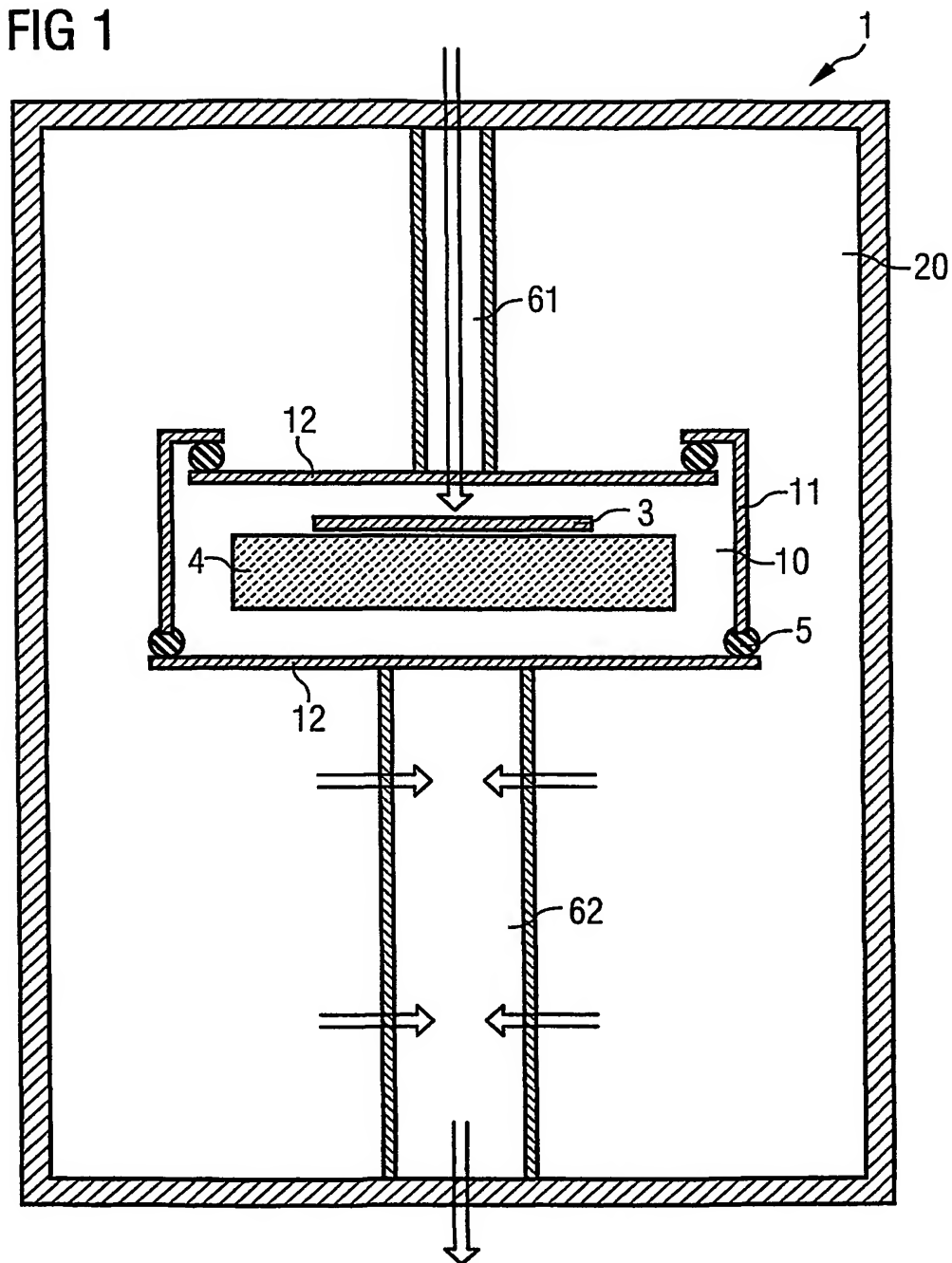
35

-14-

13. Prozessreaktor nach Anspruch 12,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine in einem geschlossenen Zustand die Prozesskammer (10)
gegen die Hilfskammer (20) verschließenden und in einem ge-
5 öffneten Zustand die Hilfskammer (20) und die Prozesskammer
(10) verbindende Trennvorrichtung (11).
14. Prozessreaktor nach einem der Ansprüche 12 oder 13,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
10 eine eine zwischen einem Prozessdruck in der Prozesskammer
(10) und einem Hilfsdruck in der Hilfskammer (20) wirkende
Druckdifferenz erzeugende Pumpvorrichtung.
15. Prozessreaktor nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine ein Rückströmen eines Prozessgases aus der Hilfskammer
(20) in die Prozesskammer (10) blockierende Ventileinrich-
tung.

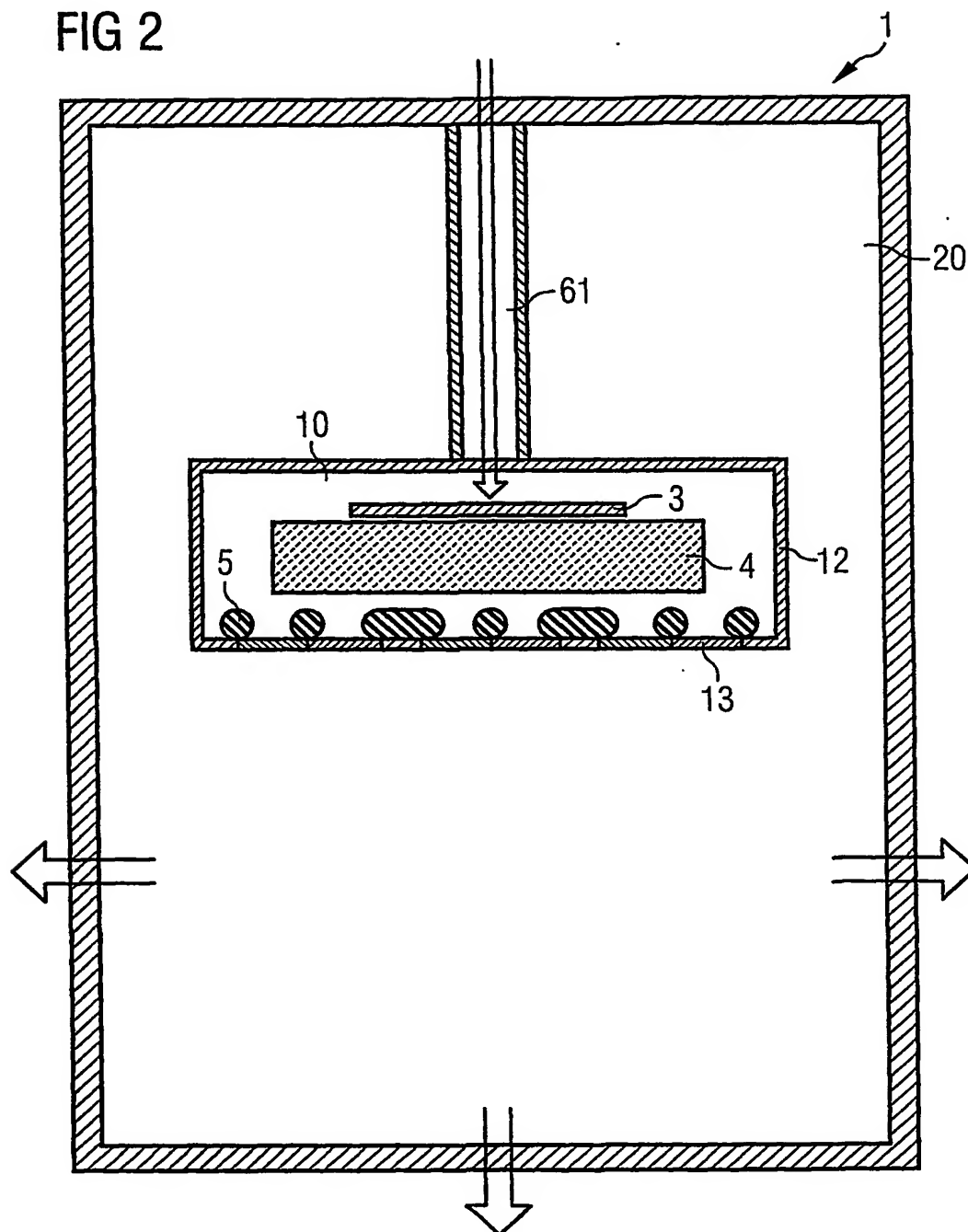
1/3

FIG 1



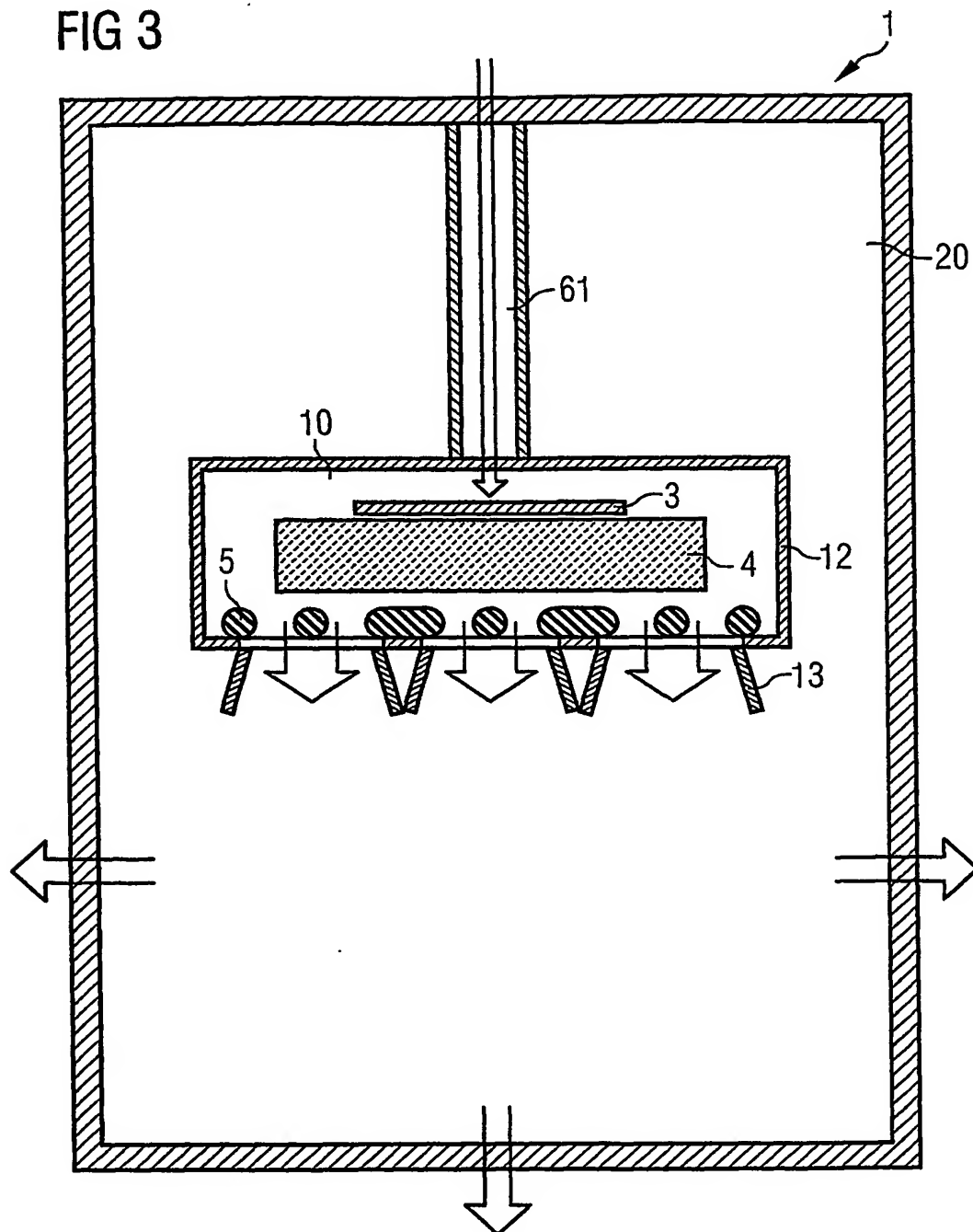
2/3

FIG 2



3/3

FIG 3



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031439 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C 16/455, 16/44

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003188

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2003 (24.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 45 537.6 30. September 2002 (30.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HECHT, Thomas [DE/DE]; Zittauer Str. 22, 01099 Dresden (DE). LÜTZEN, Jörn [DE/DE]; Louis-Braille-Str. 3, 01099 Dresden (DE).

(74) Anwalt: KOTTMANN, Dieter; Müller, Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

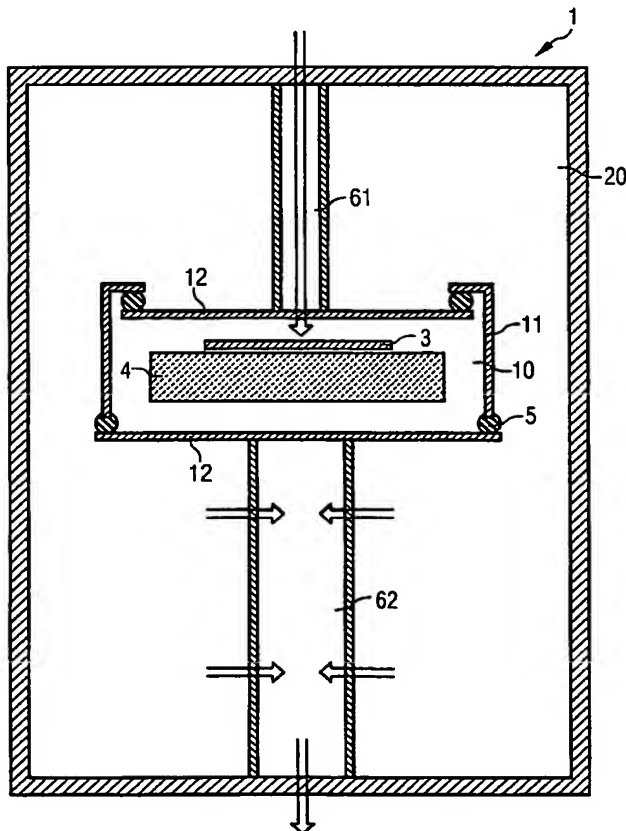
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND PROCESS REACTOR FOR SEQUENTIAL GAS PHASE DEPOSITION BY MEANS OF A PROCESS AND AN AUXILIARY CHAMBER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND PROZESSREAKTOR ZUR SEQUENTIELLEN GASPHASENABSCHEIDUNG



(57) Abstract: A sequential gas phase deposition (ALD, atomic layer deposition) of two or more precursors, introduced by means of process gases is controlled in a process chamber (10) of a process reactor (1), whereby the process chamber (10) is connected to an auxiliary chamber (20) for a precursor change and the precursor to be removed is thus diluted in the process chamber (10), such that a process duration in the sequential gas phase deposition, as determined by a precursor exchange, is shortened.

(57) Zusammenfassung: In einer Prozesskammer (10) eines Prozessreaktors (1) wird eine sequentielle Gasphasenabscheidung (ALD, atomic layer deposition) zweier oder mehr mittels Prozessgase zugeführter Präkursoren gesteuert, wobei die Prozesskammer (10) für einen Präkursorwechsel mit einer Hilfskammer (20) verbunden und so der zu entfernende Präkursor in der Prozesskammer (10) verdünnt wird, so dass eine durch einen Präkursorwechsels bestimmte Prozessdauer der sequentiellen Gasphasenabscheidung verkürzt wird.

WO 2004/031439 A3



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 4. November 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE 03/03188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C23C16/455 C23C16/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | DE 44 01 718 C (ANKE GMBH & CO KG) 17 August 1995 (1995-08-17) the whole document | 12-14 |
| A | DE 14 46 262 A (SCHMIDT MAX) 5 March 1970 (1970-03-05) the whole document | 1-15 |
| A | GB 1 321 640 A (HUNT C J L) 27 June 1973 (1973-06-27) the whole document | 1-15 |
| A | EP 0 095 369 A (VARIAN ASSOCIATES) 30 November 1983 (1983-11-30) the whole document | 1-15 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2004

Date of mailing of the international search report

28/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Castagné, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 93/03188

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0010, no. 68 (M-024), 4 July 1977 (1977-07-04) & JP 52 016012 A (TOSHIBA CORP), 7 February 1977 (1977-02-07) the whole document | 1-15 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 10, 17 November 2000 (2000-11-17) & JP 2000 195803 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORP), 14 July 2000 (2000-07-14) abstract | 1-15 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0031, no. 37 (M-080), 14 November 1979 (1979-11-14) & JP 54 113511 A (SEIKO EPSON CORP), 5 September 1979 (1979-09-05) the whole document | 1-51 |
| A | US 5 357 996 A (IOANNIDES ANTONIS C ET AL) 25 October 1994 (1994-10-25) the whole document | 1-15 |

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 4401718 | C | 17-08-1995 | DE 4401718 C1 | 17-08-1995 |
| DE 1446262 | A | 05-03-1970 | DE 1446262 A1 | 05-03-1970 |
| GB 1321640 | A | 27-06-1973 | NONE | |
| EP 0095369 | A | 30-11-1983 | US 4504194 A | 12-03-1985 |
| | | | DE 3375961 D1 | 14-04-1988 |
| | | | EP 0095369 A2 | 30-11-1983 |
| | | | JP 1607612 C | 13-06-1991 |
| | | | JP 2032351 B | 19-07-1990 |
| | | | JP 58213439 A | 12-12-1983 |
| JP 52016012 | A | 07-02-1977 | NONE | |
| JP 2000195803 | A | 14-07-2000 | NONE | |
| JP 54113511 | A | 05-09-1979 | NONE | |
| US 5357996 | A | 25-10-1994 | DE 69122819 D1 | 28-11-1996 |
| | | | DE 69122819 T2 | 03-04-1997 |
| | | | EP 0472370 A2 | 26-02-1992 |
| | | | JP 6089115 A | 29-03-1994 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen
PCT/DE 03/03188

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C23C16/455 C23C16/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | DE 44 01 718 C (ANKE GMBH & CO KG) 17. August 1995 (1995-08-17) das ganze Dokument | 12-14 |
| A | DE 14 46 262 A (SCHMIDT MAX) 5. März 1970 (1970-03-05) das ganze Dokument | 1-15 |
| A | GB 1 321 640 A (HUNT C J L) 27. Juni 1973 (1973-06-27) das ganze Dokument | 1-15 |
| A | EP 0 095 369 A (VARIAN ASSOCIATES) 30. November 1983 (1983-11-30) das ganze Dokument | 1-15 |

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

21. September 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

28/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Castagné, C

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen
PCT/DE 03/03188

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0010, Nr. 68 (M-024), 4. Juli 1977 (1977-07-04) & JP 52 016012 A (TOSHIBA CORP), 7. Februar 1977 (1977-02-07) das ganze Dokument | 1-15 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 10, 17. November 2000 (2000-11-17) & JP 2000 195803 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORP), 14. Juli 2000 (2000-07-14) Zusammenfassung | 1-15 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0031, Nr. 37 (M-080), 14. November 1979 (1979-11-14) & JP 54 113511 A (SEIKO EPSON CORP), 5. September 1979 (1979-09-05) das ganze Dokument | 1-51 |
| A | US 5 357 996 A (IOANNIDES ANTONIS C ET AL) 25. Oktober 1994 (1994-10-25) das ganze Dokument | 1-15 |

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4401718 | C | 17-08-1995 | DE 4401718 C1 | 17-08-1995 |
| DE 1446262 | A | 05-03-1970 | DE 1446262 A1 | 05-03-1970 |
| GB 1321640 | A | 27-06-1973 | KEINE | |
| EP 0095369 | A | 30-11-1983 | US 4504194 A | 12-03-1985 |
| | | | DE 3375961 D1 | 14-04-1988 |
| | | | EP 0095369 A2 | 30-11-1983 |
| | | | JP 1607612 C | 13-06-1991 |
| | | | JP 2032351 B | 19-07-1990 |
| | | | JP 58213439 A | 12-12-1983 |
| JP 52016012 | A | 07-02-1977 | KEINE | |
| JP 2000195803 | A | 14-07-2000 | KEINE | |
| JP 54113511 | A | 05-09-1979 | KEINE | |
| US 5357996 | A | 25-10-1994 | DE 69122819 D1 | 28-11-1996 |
| | | | DE 69122819 T2 | 03-04-1997 |
| | | | EP 0472370 A2 | 26-02-1992 |
| | | | JP 6089115 A | 29-03-1994 |